

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-118340

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)12月18日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 R 9/09	B	6901-5E		
H 0 5 K 1/18	H	8718-4E		

発明の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願昭62-169948	(71) 出願人	999999999 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション アメリカ合衆国 10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
(22) 出願日	昭和62年(1987) 7 月 9 日	(72) 発明者	ビレンドラ・ナス・アガルワラ アメリカ合衆国ニューヨーク州ワッピンジャーズ・ホールズ、ブランディ・レーン69 番地
(65) 公開番号	特開昭63-116379	(74) 復代理人	弁理士 合田 潔 (外 2 名)
(43) 公開日	昭和63年(1988) 5 月20日		
(31) 優先権主張番号	9 2 4 0 8 1		
(32) 優先日	1986年10月28日		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		
審判番号	平4-4286	審判の合議体	
		審判長	石田 惟久
		審判官	小泉 順彦
		審判官	服部 秀男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コネクタ・アセンブリ

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体チップ・パッケージ用の基板を他の電気的部材に電気的に接続するために、該基板に設けられるコネクタ・アセンブリにおいて、前記基板の表面上に配設された少なくとも 1 つの導電性の結合パッドと、第 1 の直径を有し前記結合パッドと対向する平坦な結合面と、該第 1 の直径よりも小さな第 2 の直径を有する軸部と、前記結合面の周縁から前記軸部へ延びるテーパ付けされた縁部を有するつなぎ部分とを含む、少なくとも 1 つのコネクタ・ピンと、前記結合パッドと前記接合面との間、および前記テーパ付けされた縁部に沿って延びるように設けられた導電性のろう付け結合材料とを含むことを特徴とするコネクタ・アセンブリ。

2

【請求項 2】 前記基板が、多層セラミック基板である特許請求の範囲第 1 項記載のコネクタ・アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

A. 産業上の利用分野

この発明は多層セラミック (MLC) 基板上に形成された金属パッドへの、コネクタ・ピンの結合に関するものである。詳細に言えば、ピンとパッドの界面に生じる応力を除去する、頭部にテーパを付けた頭部テーパ型ピンを教示するものである。

B. 従来技術

半導体パッケージの分野において、多層セラミック技術を使用することが普及している。典型的なパッケージにおいて、半導体チップは多層セラミック基板の一方の表面に取り付けられ、基板の裏面にはパッケージの次のレベルへの取付けまた相互接続のための入出力ピンまたは

コネクタが設けられている。基板全面にわたって、頂面に取り付けられている集積回路デバイスへのピンからの相互接続のための金属被膜の回路網が配置されている。入出力ピンは通常、ろう付けまたははんだ付けによって結合パッドに結合される。結合パッドは内部金属被膜系の端子パッドである。端子パッドは金属ペーストをマスクを介してスクリーン印刷する方法、または電子ビーム蒸着、スパッタリングその他の方法による金属被膜形成のいずれかによって形成される。入出力ピンは次いで、通常はAu-Snろうによって端子パッドに結合される。結合材料は操作に合致した環境条件に耐えるに十分な強さのものでなければならず、またろう合金はデバイス取付け工程などの、パッケージを完成するために実施される処理段階に付随した熱および引張り応力の影響を大幅に受けないものでなければならない。多層セラミック基板は多数のデバイスを担持するように設計されているので、デバイスの欠陥および技術変更に対処するため、通常幾つかの再処理段階が必要である。したがって、入出力ピンと端子パッドとの間の結合は、処理段階および再処理段階における多くの温度サイクルに耐えるものでなければならない。製造上の理由以外に、引張り応力は使用中に入出力パッドの近傍に発生するものであり、端子パッドの大きさ、厚さおよび形状、パッドの材料特性、ピン結合部の形態、ならびにろう合金の分布および材料特性によって左右されるものであることが判明している。この知識に基づき、入出力ピンにおける応力を除去するためのさまざまな手法が探求されている。熱応力に関しては、関連する材料の熱膨張係数を合致させるための、材料に関連した手法が試みられている。たとえば、コバール (Kovar) [ウェスティングハウス・エレクトリック・コーポレーション (Westinghouse Electric Corporation) の商標] がピン材料として広く使用されているが、これはこの材料がアルミナ基板の熱膨張係数と両立できる熱膨張係数を有しているからである。エインスリ他 (Ainslie et al) に授与された米国特許第4418857号およびミラー他 (Miller et al) に授与された米国特許第4518112号で教示されているように、ろうおよびパッドの材料を変更し、基板とピンの材料の間に中間熱膨張係数を与え、熱応力を削減することができる。ろう合金材料の変更の他に、両方とも本発明の譲受人に譲渡されているエインスリおよびミラーの特許は、ろうまたはフィレットの体積およびフィレットの形態がろう付け結合部の強度に影響をおよぼすことがあると教示している。ミラーの特許はフィレット材料の体積を削減し、「上方ヘクリープし、結合部の強度を下げる傾向…」(第1欄、第63行ないし第68行)を回避しようとするものである。エインスリの特許は「金属がピン軸に登ることを防止する」(第5欄、第35行ないし第36行)方法を教示している。同様に、フィレットの量およびフィレットの形態がサハラ他 (Sahara et al) による「アルミナ

基板用金属被膜の改善 (Improvement of Metallization for Alumina Substrates)」、電子構成部品協議会論文集 (Electronic Components Conference Proceedings)、1982年5月、32~35ページ、という名称のIEEEの論文で検討されている。この論文では、結合材料の推奨量が結合を行なうのに必要な最低量であることが教示されている。さらに、この論文は第34ページの第8図において、フィレットの体積を削減したサンプルに対する応力プロファイル ([1]) が、フィレットの体積が大きなサンプルに対する応力プロファイル ([2]) よりもはるかに好ましいものであることを示している。さらに、「電子システムの基板に電流担持要素を結合する方法、およびその構造 (Process for Bonding Current Carrying Elements to a Substrate in an Electronic System, and Structures Thereof)」なる名称の、米国特許願第626185号は、結合パッドの直径よりも直径がはるかに小さいピンの頭部を使用し、ろう合金の体積を減し、したがってろう合金の移動 (マイグレーション) の可能性を減らすことを教示している。これらの資料のすべてが示しているのは、理想的なピン結合においては、ピンの頭部と結合パッドの間に堆積するろうの体積が小さく、かついかなる方向においてもピンの頭部自体の周縁を越えて延びていないということである。しかしながら、再処理工程中に、ろう材料が移動し、ろうの体積が再分布され、ろう/フィレットの形態が変化し、これによって応力が増加する。

#### C. 発明が解決しようとする問題点

この発明の目的は、基板および結合部に生じる応力を最低限のものとするコネクタ・ピン結合構造を提供することである。

この発明の他の目的は、結合材の厚さの勾配を最小限とし、これによってセラミック基板の接触面に対する応力の分布をより均一にすることである。

この発明のさらに他の目的は、以降の処理段階における結合材料の再分布および移動を阻止するコネクタ・ピン形状を提供することである。

この発明の他の目的は、ピンの結合部の剥離抵抗および曲げ抵抗を増加させる接続システムを提供することである。

#### D. 問題点を解決するための手段

これらおよびその他の目的は、軸部、平坦な結合面、および平坦な頭部から軸部へ延びるテーパ部とを有するコネクタ・ピンを用いた本発明のピン結合によって構成される。

#### E. 実施例

コネクタを接続するため高結合力の材料を使用することは、電子部品工業において周知である。ろう合金その他の結合材、および結合パッドと関連する金属被膜は、基板に応力を発生させるが、この応力はセラミックの破壊強度を超え、セラミック自体の損傷につながるものであ

る。ろう付け処理および結果として生じる結合部を分析することによって、応力を減少させるようになされた修正形がもたらされた。セラミックその他の基板上の応力は力の組合せの結果である。応力は熱膨張の不一致によって、多層セラミックと結合パッドの界面に生じる。もろい基板はこの熱膨張係数の不一致によって、パッド縁部の近傍においてかなりの応力を受ける。パッドとろうの間の熱膨張の不一致によって、ろう付けされた結合部自体にも、さらに応力が生じる。結合パッドは一致に、基板に対する付着力、およびろう付けまたはんだ付け材料に対するぬれ表面の両方を与えるように選択された、数層の異なる金属被膜で構成されている。したがって、熱的が不一致のため、パッド自体の内部に応力が生じる。隣接する材料の熱膨張係数を一致させる試みがなされているが、付加的な要因がろうパッドの応力に影響をおよぼしており、これらの要因は容易には対処できないものである。これらの応力正起メカニズムはろうがパッドと反応し、パッド内の応力を増加させる中間金属化合物を形成するという傾向、ならびにろうをよりもろくし、この場合も応力を増加させることになる。他のMLC処理段階中に遭遇する他の材料とろうの反応性を含んでいる。ろう結合部がパッドにおよぼす引張り応力は、パッドを介してその下のMLC基板に伝わる。したがって、セラミック基板は応力の合力に耐えなければならない。総引張り応力はさらに、ろうがビンの頭部およびパッドの縁部をぬらし、かつこれらの部分に集まる傾向があるため、ビンの頭部の周縁のパッド下方にあるセラミックの領域に集中する。この効果は厚さの勾配をもたらし、これによってビン頭部の周縁にある厚いフィレットがガラス・セラミックに応力集中を生じ、これが基板にクラックをもたらし、結果としてセラミックに修復不能な損傷を生じる。

この発明は第1A図〜第1D図に示すようなコネクタ・ビンに関するものであり、このビンは軸部から平坦な頭部表面に向かってテーパが付いており、平坦な頭部表面において結合面と接続するものである。この独特な形状は、通常ビン頭部周縁に集まる、ろうなどの結合材料の体積を減少させることによって、セラミックに伝わる応力を最小限とするものである。厚さの勾配が最小限となされ、セラミックの接触表面全体にわたって応力を「分布」させることが可能となる。テーパ付き頭部の他の利点は、フィレットの形状が多数のリフロー後も変化しないことである。さらに、フィレットまたはろうの体積全体を減少させることは、パッドの金属被膜に対するろうの反応および移動の割合を大幅に減少させるテーパ付き頭部によって達成できる。機械的には、頭部にテーパを付ける利点は、ビン、パッドおよびセラミックにかかる負荷が漸減することであり、かかる負荷は完成したパッケージの取扱いおよび挿入に付随した曲げおよび剥離応力によって印加されるものである。負荷の漸減はビン頭

部周縁およびパッド縁部における曲げモーメントを減し、その結果ろう結合部の剥離および曲げ抵抗を増加させることができる。

第1A図ないし第1D図に示すように、テーパの角度はクリチカルではなく、また頭部の形状もクリチカルではない。直線状縁部、すなわちビンの軸部から結合表面に向かって外方へテーパしている傾斜縁部を有するもの、ならびに凸面状および凹面状のテーパを有するものが示されている。必要なのは垂直に対してある程度テーパし、応力を分散させることである。上述のように、パッド／基板上の総応力は合力の結果である。引張り応力 $\alpha_t$ は垂直分力 $\alpha_v$ および水平分力 $\alpha_h$ の結果である。理論的にいえば、対称的なビンを製造して、軸部の直径を結合表面の1/3とし、45°のテーパ角度を使用すれば、応力の成分が「分割」されて、 $\alpha_v = \alpha_h$ となり、いずれの成分にも高いピーク応力が生じなくなると、総応力 $\alpha_t$ が最少となる。ビンの軸部の直径ビン頭部の直径の相対寸法は、テーパ付き頭部の形状によって制限されるものではないが、標準のビン頭部を冷間成形法を使用して製造する場合は制限される。冷間成形法はピンや釘などのコネクタを製造する方法として、当技術分野において公知のものである。当技術分野において公知の標準的な平坦縁部頭部付きビンの形状では、軸部の直径に対する成形または冷間成形頭部の直径の比率がほぼ2.4:1になる。しかしながら、頭部にテーパを付けた型式では、使用する材料の量が必然的に少なくなる。したがって、頭部にテーパを付けたビンでは、より高いビン頭部直径：軸部直径比を達成することができる。たとえば、3.7:1の比が傾斜頭部ビンの冷間成形製造で達成される。冷間製造法の観点から見て、テーパ付き頭部は使用場合に望ましいだけでなく、経済性およびスループットの観点からも望ましいものである。

第2A図および第3A図は、それぞれ従来のビンを用いた接続構造および本発明で提案する頭部にテーパを付けたビンを使用した接続構造を示している。第2A図はフィレット14によって基板11上の結合パッド12に取り付けられた従来の標準的な平坦な頭部のビン13を示している。図面に示すようにフィレットはビン頭部周縁15に集中し、したがって大きな体積のフィレットの真下のセラミック上の応力を増加させる。第4A図に示すように、フィレットが集中することによって応力が増加する周縁領域15の下側のセラミック内には、ひび割れ18が生じることが観察された。フィレットの量によって引張り応力が増加するだけでなく、パッドの材料と反応するろう材料の量も多くなる。第2B図の45°で示すように、ビン頭部周縁近傍、したがってろうがもっとも集中する部分の近傍において結合パッド材料が反応し、基板からの層剥離が発生する程度まで消耗する。従来の場合には、より多量のろうが下層パッド材料と反応を起こす傾向がある。この局部領域における下層結合パッド材料と反応するろうが多ければ

多いほど、ろう合金がよりもろくなり、これによって基板上により多くの応力を生じる。第5A図は数回にわたるリフロー後の標準的な平坦な頭部のピン43および関連するフィレットの形状44を示している。フィレットないしろうは再分布し、パッドと反応して、付随する応力を生じ、この応力は下層セラミックに重大なひび割れ48を生じることが観察された。しかしながら、傾斜縁部を有する第3A図の23で示す頭部にテーパの付いたピンの形状は、ピン頭部周縁におけるフィレットの体積を最少とする。ろう24の均一な分布が達成され、均一な応力分布が得られる。第4B図、および数回のリフロー後の第5B図からわかるように、頭部にテーパの付いたピンを使用した場合、下層セラミックにひび割れが生じないことが観察された。リフロー処理を行なったのち、第5B図の54のフィレットの形状はほとんど変化しない。さらに、第3B図に示すように、頭部にテーパの付いたピンを使用した場合に、必要なるろうの量が少なくなるので、ろうと反転するパッド材料は少なくなる。頭部にテーパの付いたピンの場合、ろう材料は少量の結合パッド材料と反応し、ろう合金における金（ピンおよびパッド両方の金めっきからの）などのぬれることのできる材料の濃度を高くする。それ故、結果として生じる金に富んだろう合金の融点は高くなる。その後のリフロー段階において、金に富んだろう合金は、ペーストの未反応ろうほど容易には接触せず、したがってろうが再分散して、応力を高めることはなくなる。

頭部にテーパを付けた頭部テーパ型ピンの有利な特徴を組み合わせることにより、第6図に示すように、結合表面における応力が大幅に減少する。横軸はピン中心からの距離（ミル）、縦軸は応力（Kpsi）を示し、番号17は従来の場合、番号27は本発明の場合を示している。このグラフは新しいピンの形状を使用することにより、応力が少なくとも50%減少することを示している。使用したピンのサンプルはあらゆる変動を排除するため、同じ材\*

\* 料（図示のテストにおいては、両方のサンプルのピン材料としてインバール（Invar）が使用された）で製造された。しかしながら、平坦縁部ピンおよび傾斜頭部ピンの両方を異なる熱膨脹係数を有する数種類の材料で製造したテストにおいて、傾斜頭部ピンの形状は、使用材料にかかわらず、応力を同じ程度まで下げることが判明した。特に、インバールの傾斜頭部ピンとコパールの傾斜頭部ピンを、基板上でテストした。それぞれのサンプルの熱膨脹係数が大幅に異なるが、コパールおよびインバールの傾斜頭部ピンが基板上に生じる応力に、ほとんど相違がないことが判明した。このような結果は傾斜形状によって除去される引張り応力が熱膨脹係数の不一致によって生じる熱応力よりもはるかに大きいことを示している。

#### F. 発明の効果

本発明のコネクタ・ピンによれば、少ないろう材で均一に結合でき、しかもフローしても結合部の形状が変わらないため、基板および結合部の応力を減じ、信頼性の高いピン結合を実現することができる。

#### 20 【図面の簡単な説明】

第1A図～第1D図は本発明のコネクタ・ピンを例示した図である。

第2A図および第2B図はそれぞれ従来のピンを用いた結合およびろう材と反応するパッド部を示した図である。

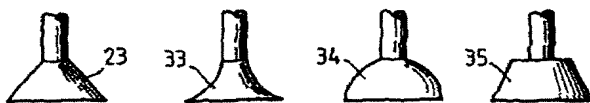
第3A図および第3B図はそれぞれ本発明のピンを用いた結合およびろう材と反応するパッド部を示した図である。

第4A図および第4B図はそれぞれ従来のピンおよび本発明のピンを用いた結合部の断面図である。

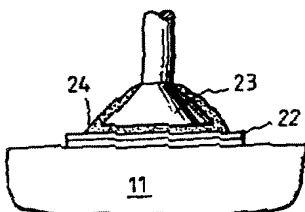
第5A図および第5B図はそれぞれ従来のピンおよび本発明のピンを用いた結合部の、数回のリフロー後の断面図である。

第6図は従来のピンおよび本発明のピンを用いた結合部の応力を示すグラフである。

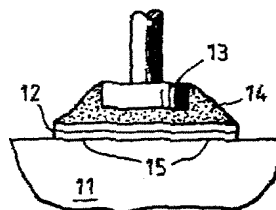
【第1A図】 【第1B図】 【第1C図】 【第1D図】



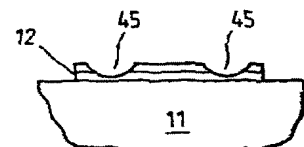
【第3A図】



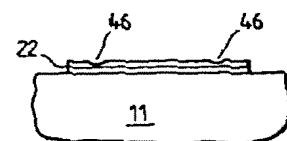
【第2A図】



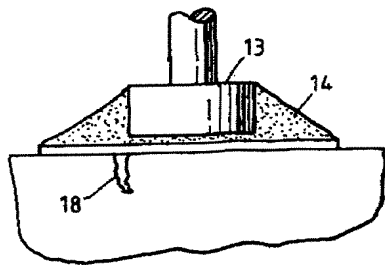
【第2B図】



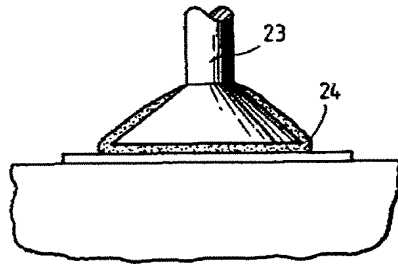
【第3B図】



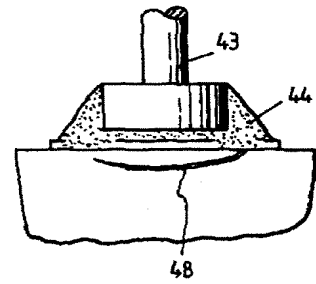
【第4A図】



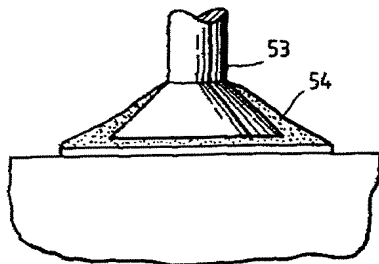
【第4B図】



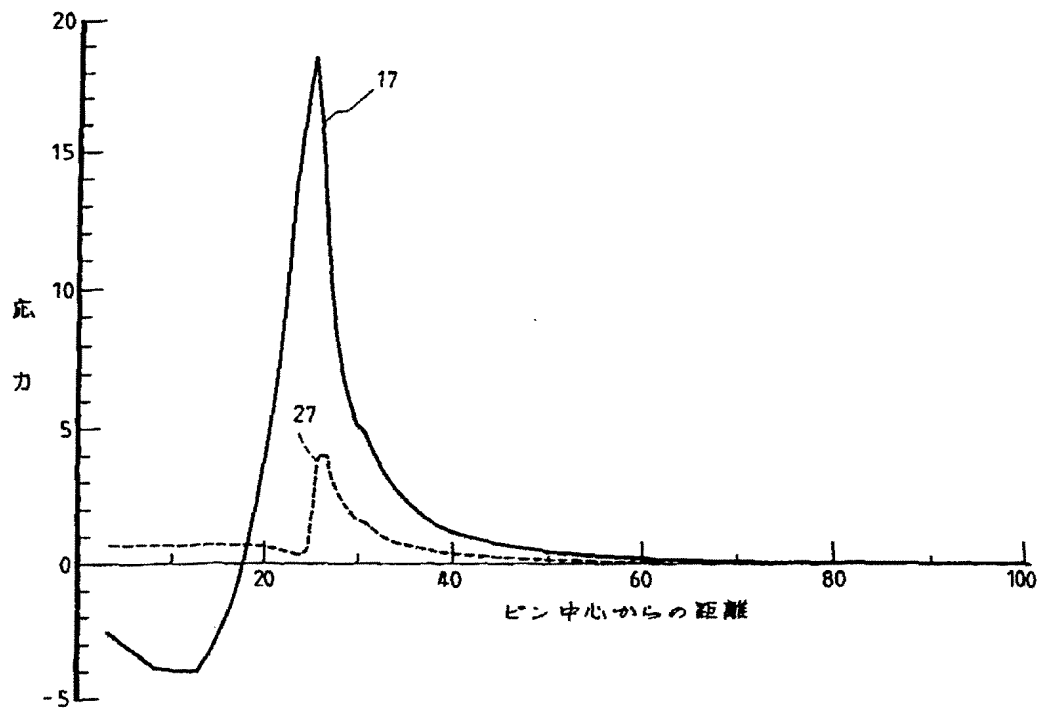
【第5A図】



【第5B図】



【第6図】



## フロントページの続き

(72)発明者 ボール・ハリー・バーマティア  
アメリカ合衆国ニューヨーク州ワッピンジ  
ャーズ・ホールズ、モントフォート・ロー  
ド40番地

(72)発明者 ダーユアン・シー  
アメリカ合衆国ニューヨーク州ボーキブシ  
ー、ヴァーヴァレン・ドライブ16番地

(56)参考文献 実開 昭55-11009 (J P, U)  
実開 昭59-45869 (J P, U)  
特公 昭55-43640 (J P, B 2)